

作業マニュアル

OpticG 1D

Version 1.1

2012/04/10

OpticG 1D 作業マニュアル

株式会社 ズームスケープ

ZOOM
scape.net

目次

【2】 はじめに	1
2-1. 使用目的	1
2-2. 特徴	1
2-3. 制限事項	1
【3】 簡易型非接触たわみ撮影装置の概要	3
3-1. システム構成	3
3-1-1. 撮影機材	4
3-1-2. 測定用ソフトウェア OpticG 1D	5
3-1-3. 測定用 PC	6
3-2. 作業フロー	7
【4】 撮影装置の準備	9
4-1. 撮影装置の選定	9
4-1-1. デジタルカメラ、レンズ	9
4-1-2. レーザー距離計	9
4-1-3. 三脚	10
4-1-4. 照明装置	10
4-1-5. その他	11
4-2. 撮影装置の事前設定	12
4-2-1. カメラの設定	12
【5】 測定方法	14
5-1. 測定方法の選定	14
5-1-1. 動画像と連写画像の違い	14
5-1-2. 動画撮影が適しているケース	14
5-1-3. 連写撮影が適しているケース	15
5-2. 測定計画の立案方法	16
5-2-1. 測定対象周辺の現地調査	16
5-2-2. 目標精度の設定	17
5-2-3. 測定方法の詳細	17

5-2-4. 測定に必要な機材	18
5-2-5. 必要な人員	19
5-2-6. スケジュール	19
5-2-7. 計画書と作業マニュアル	21
5-3. 現地測定方法	23
5-3-1. 測定機材の設置や設定などの準備	23
5-3-2. 適用性の判断	24
5-3-3. 車両通過時の測定方法	24

【6】 適用条件 25

6-1. 撮影機材に関する条件	25
6-2. 測定箇所に関する条件	25
6-3. 撮影位置に関する条件	25
6-4. 天候・周辺環境に関する条件	25
6-5. 安全上の条件	26

【2】 はじめに

本マニュアルは、OpticG 1D を使用されるにあたって、測定計画、測定の前準備、測定の実施、作業方法と留意すべき点について説明したものです。また、使用時における適用条件、適用性の判断基準、測定精度の妥当性についても併せて解説しています。本マニュアルでの作業方法の記述は、特定の機材に特化したものとはなっていませんので、機材の使い方についてはご使用される機材に対応した「たわみ測定撮影装置取扱説明書」をご覧ください。また、ソフトウェアの使用方法についての詳細も「OpticG 1D ユーザーマニュアル」をご覧ください。

2-1. 使用目的

本システムは、橋梁桁の健全性の点検を行うために、車両通過時における橋梁桁の指定部位のたわみ量の変化を測定することを目的としたものです。**完全非接触**で測定可能なので、河川橋梁や道路を跨ぐ橋梁など、測定部位及びその直下の空間に撮影装置や機材を設置することが困難な場合、あるいは撮影装置の設置のために交通遮断や足場の設置など特別な措置が必要な場合でも、それらの措置を講ずることなく簡単にたわみ量を測定するためのシステムです。

2-2. 特徴

- ① デジタルカメラを測定対象に向けて固定し、動画撮影し専用ソフトにかけるだけの簡単な作業でたわみ測定を行い、たわみ量の変化をグラフにより確認することができます。
- ② 測定対象に対して完全非接触で測定できるので、安全かつ低コストで測定できます。
- ③ 100m 程度まで離れた対象のたわみを測定できます（撮影距離に応じて精度は低下します）。
- ④ 20m までの距離であれば 0.1mm の精度で測定が可能(精度は条件によります)。
- ⑤ 橋梁の材質や構造、路線の種類、通過車両の種類によらずたわみ測定が可能(特殊条件下除きます)。
- ⑥ 三脚以外は軽量であり、三脚を含めても 1 名でも十分運搬可能な重量であり、可搬性が高い。
- ⑦ 接触式の測定方法と比べて設置にかかる時間が短く、測定後の解析時間も実用上十分短い。

2-3. 制限事項

- ① 本システムはあらゆる環境下での、あらゆる対象に対する測定に適用できるわけではありません。必ず本マニュアルに記載した適用条件を参照し理解したうえでお使い下さい。
- ② 本システムで想定するたわみ測定以外の目的に本システムを利用した場合、本マニュアルの記載通りの精度は保証できません。
- ③ 本システムで想定しない環境下や適用条件外で測定をした場合、本マニュアルの記載通りの精度は保証できません。また、測定そのものができないこともあります。
- ④ 撮影機材の設置方法や設定を誤ったまま使用した場合、本マニュアルの記載通りの精度は保証できません。

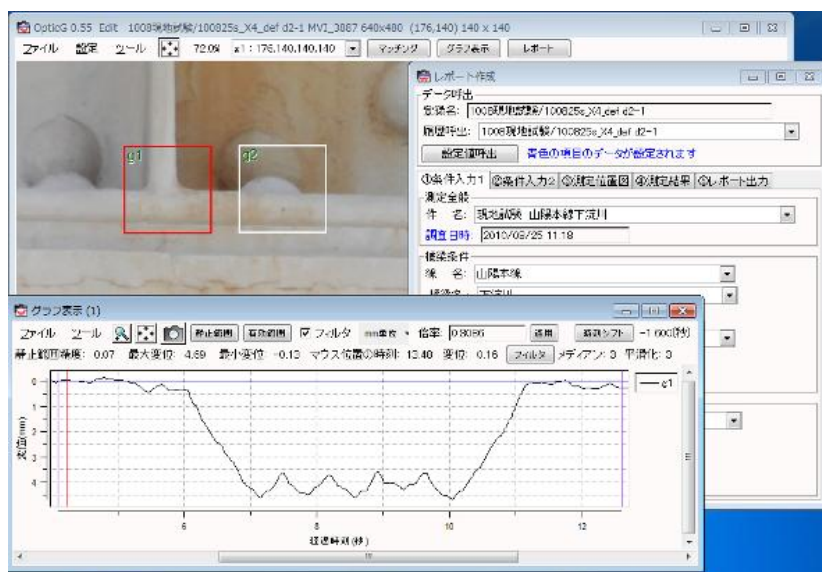
- ⑤ 故障した撮影装置や較正されていない撮影装置の使用、指定プラットフォーム以外でのソフトウェアの利用は対象範囲外となります。

【3】 簡易型非接触たわみ撮影装置の概要

3-1. システム構成

本システムは①カメラやレンズ、レーザー距離計、三脚などの撮影機材と、②測定用ソフトウェア、③測定用 PC から構成されます。撮影機材には、標準的な機材のセットをご用意しています。撮影機材のセットは、ハイグレードタイプ、スタンダードタイプ、コンパクトタイプの3タイプをご用意しています。この章では、ハイグレードタイプを例にシステム構成を説明します。

実際の撮影機材の組み合わせは、予告なく変更される可能性があります。最新情報は弊社 Web にてご確認ください。



撮影機材(左)と測定用ソフトウェア(右)

3-1-1. 撮影機材

ハイグレードタイプの撮影機材の主な構成機材について紹介します。後で述べるたわみ測定に利用可能な機材の条件を満たしていれば、別の機材を使用しても構いません。なお、設置方法や設定方法については、「たわみ測定撮影装置取扱説明書」を参照して下さい。

① デジタルカメラ：キャノン EOS Kiss X5



FHD 動画、動画デジタルズーム機能を搭載
レーザー距離

③ レーザー距離計：ライカ DISTO D5



100m までの距離測定と、傾斜角の計測が可能

② レンズ：タムロン AF70-300mm F/4-5.6 Di



軽量ながら高倍率の撮影が可能
手振れ防止機能なし

④ 三脚：ベルボン Mark-7B Set



大型で重量があり、強度が高くガタつきがない、水準器付き

⑤ レーザー距離計取付治具(専用部品)



カメラのホットシューにレーザー距離計を固定

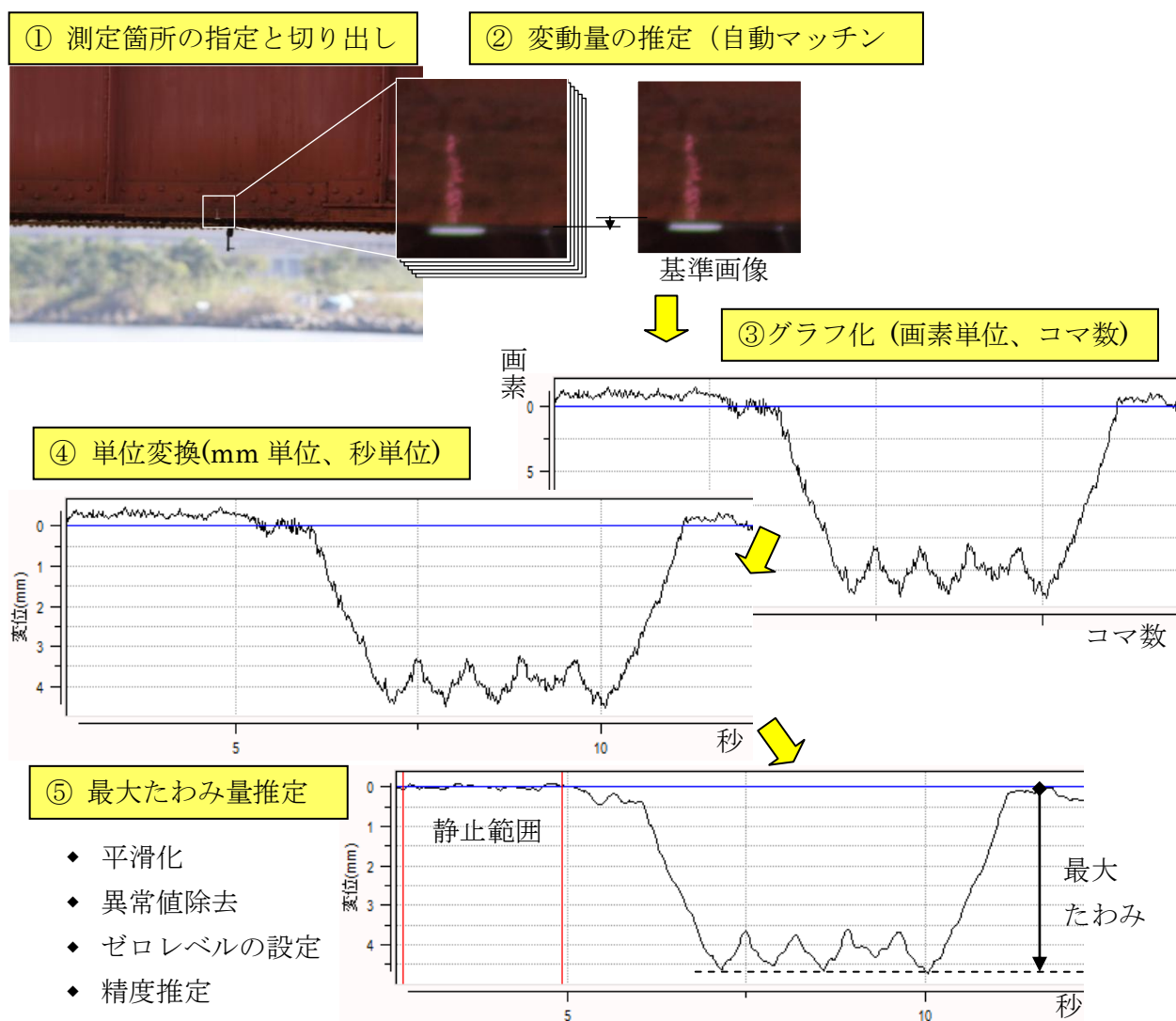
⑥ エツミ テレホルダープロ E-6021



望遠レンズとカメラを強固に固定

3-1-2. 測定用ソフトウェア OpticG 1D

たわみ測定用の専用ソフトウェアとして OpticG 1D を利用します。OpticG 1D では画像処理により、マーカーなどを取り付けることなしに測定対象の変動を捉えます。また、画素単位の変動を実寸(mm)単位の変位に変換したうえで、グラフ化を行います。さらに、様々な統計処理機能とレポート機能を搭載します。OpticG 1D に搭載される機能や仕組みについては後で詳しく紹介します。また、使用方法については、「OpticG 1D ユーザーズマニュアル」を参照して下さい。ソフトウェアを用いた処理の概念図のみ以下に示します。



3-1-3. 測定用 PC

カメラで撮影された動画ファイルパソコンにコピーして、OpticG 1D により処理します。パソコンは Windows XP 以上が快適に動作するものならメーカーや機種は問いません。ただし、何度も測定を行う場合は多くの動画ファイルや処理データを保存する必要があるため、大きなハードディスクあるいは SSD を搭載したものがいいでしょう。また、処理速度が速いパソコンほど処理時間が短くなります。

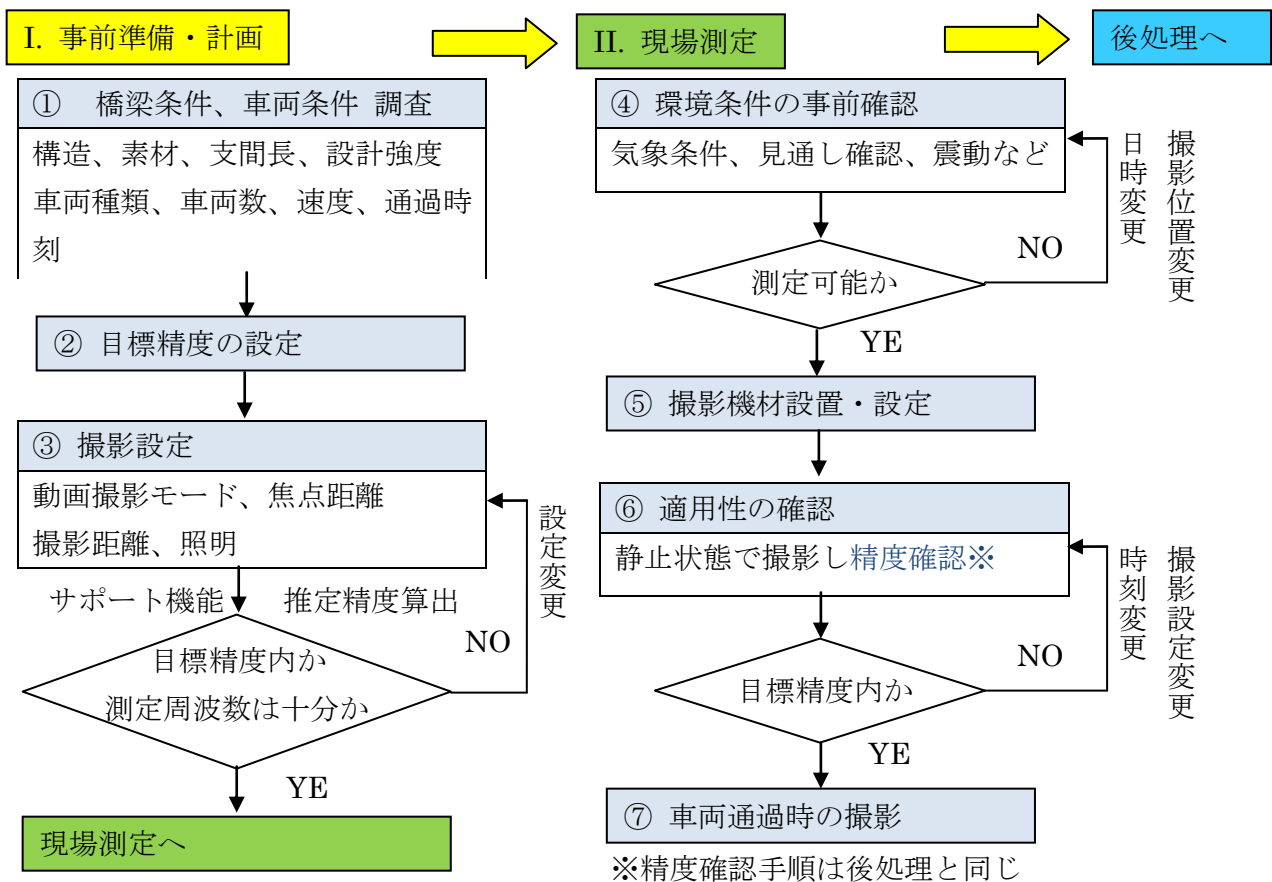
処理時間は撮影時間やフレームレート、測定領域の大きさにより異なりますが、30fps の FHD 動画に対し 200×200 程度の領域を指定した場合、Core2Duo 2.26GHz のノートパソコンで撮影時間とほぼ同程度の時間で自動処理が実行可能です。手動で行う作業を含めても 5 分もあれば作業が完了します。

3-2. 作業フロー

測定作業の大まかな流れについて説明します。なお、ここでは撮影機材はすでに入手済みであり較正も行われているものと仮定して話を進めます。単純化すれば、以下のような流れとなります。

- I. 事前準備・計画：どの橋梁のどの箇所をどのように測定するか計画する
- II. 現地測定：撮影装置を現場に持ってゆき、測定対象に向けて撮影機材を固定し動画撮影する
- III. 後処理：撮影された動画像を専用ソフトにかけてグラフ化し最大たわみ量などを得る

もう少し詳しく作業フローを書くと以下のようになります。



III. 後処理

⑧ データをP Cへコピー

⑨ 測定設定を入力

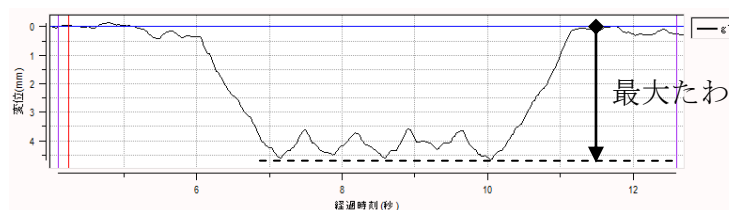
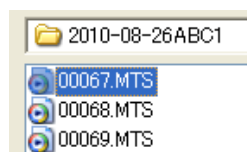
動画選択、撮影距離、傾斜角、
カメラ設定、測定領域の指定

⑩ 画像処理(たわみ量自動算)

⑪ たわみ量の表示

グラフ化、推定精度、
最大・最小たわみ量

⑫ レポート出力



たわみグラフの表示

【4】 撮影装置の準備

4-1. 撮影装置の選定

撮影機材については、すでに述べたハイグレード機が使用実績もあり較正データもありマニュアルも完備されているためお勧めです。しかし、将来的に一部の製品が販売中止になるなどして入手不可能となった場合に、どのような条件で代替機種を選択したらよいか判断基準が必要となります。また、すでに持っている機材を利用したい場合に、利用に適しているかどうか判断したいという要望もあるでしょう。

そこで、本システムの利用にあたり、撮影機材として必要あるいは望ましい機能や性能について以下に示します。ただし、較正が行われていない機材を使用した場合、測定精度の保証ができなくなることに注意してください。

4-1-1. デジタルカメラ、レンズ

最新の一眼レフタイプ(ミラーレス含む)の民生用デジタルカメラの多くが利用できます。また、デジタルビデオカメラも利用可能です。コンパクトタイプのカメラはレンズが揺れやすく、レーザー距離計の取り付けが難しいため適していませんが、簡易計測あるいは近距離用と割り切れば利用可能でしょう。

- 30fps 以上(インターレースの場合 60fps 以上)のフレームレートを持つ動画機能あるいは連写機能を搭載すること
- 上記のフレームレートを持つ FHD(1920×1080) 相当以上の解像度の動画撮影機能あるいは連写撮影機能を有していること(EOS Kiss X4 の動画クロップモードのように解像度が高ければ画素数は少なくても構わない)
- 動画の場合、映像圧縮方式として MPEG-4 AVC/H.264(AVCHD)または Motion JPEG を採用すること
- 焦点距離 300mm 相当の望遠撮影ができるレンズを搭載している、あるいは搭載可能なこと
- レンズにガタつきがないこと
- 撮影時にカメラ及びレンズが震動しないこと
- ホットシュー、アクセサリースューなどによりレーザー距離計の取り付けが物理的に可能なこと
- 内部バッテリー(乾電池含む)により動作すること
- カメラとレンズ合わせて 1kg 以下と軽量であることが望ましい
- 手振れ防止機能を搭載しないか、切ることができること

4-1-2. レーザー距離計

- 反射プレートなしで 100m までの距離を測ることができること
- 計測誤差が 1cm 以下であること
- ±45 度までの傾斜角を計測できること

- 50m 以上離れてもどこを測っているか把握できること
- 取り付け治具を用いてカメラに固定できること

4-1-3. 三脚

- 脚部に力をかけてもたわまない強度(最大積載量 5kg 以上)
- 雲台などがガタつかないこと
- 雲台が広く、一眼レフタイプのカメラをしっかり載せられること
- 風が強い日にも対応できるよう最低高が 60cm 以下となること
- 水準器を搭載すること(カメラ側に水準器がある場合はその限りではない)

4-1-4. 照明装置

すでに述べたように、50m を越えるような遠方にある対象を測定したい場合には、夕方や夜間に測定することで大気揺らぎの影響をあまり受けずに測定できます。ただしその場合には、35W 以上の HID 光源を利用したサーチライトのような、強力な照明装置を利用する必要があります。

- カメラとほぼ同じ位置に設置してもたわみ測定に十分な照度を与えることができること
スポットライトやサーチライトのような指向性の高い照明が望ましい
- 十分な照度を連続 1 時間以上安定して持続可能であること
- 三脚などを利用して固定できること、または自立して対象を照らせること
- 発動機や外部電源が併用できるものが望ましい

4-1-5. その他

他にも以下のようなものがあるとよいでしょう。

- カメラとレーザー距離計を取り付けるための治具
- 望遠レンズを支えるテレホルダー
- ストーンバッグ
- 予備電池

4-2. 撮影装置の事前設定

撮影装置を正しく設定せずに利用すると、大きな誤差を生ずる恐れがあります。現場において設定が正しいか常に確認しながら測定するのが基本ですが、現場では多くの作業を行う必要があり、細かな設定に時間を費やすことはできません。そのため、時間的余裕がある準備段階において、事前に必要な設定をしておき設定状態を記録しておくことをお勧めします。

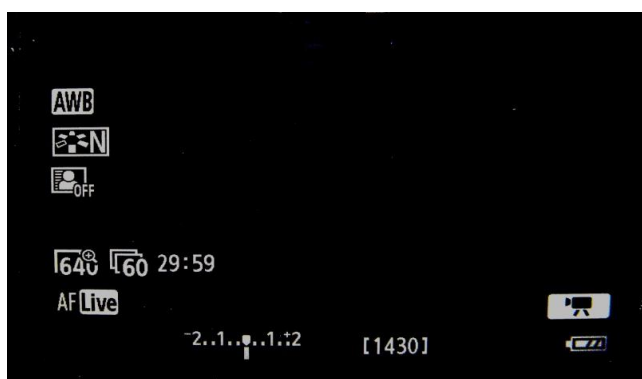
ここでは、事前に設定すべき項目について解説します。なお、本システムにおいて選定したハイグレード機の具体的な設定方法については、「たわみ測定撮影装置取扱説明書」において解説し、本マニュアルでは一般的な項目や注意事項について述べます。

4-2-1. カメラの設定

ほとんどのカメラは電源を切っても事前に設定した状態を記録しています。ただし長い間バッテリーが切れた状態で放置しておくと、設定が消えてしまい初期状態に戻ってしまうこともあります。以前測定したときの設定値をそのまま利用しようと思い、いざ使う段になったら設定が飛んでいて測定に失敗したり準備に手間取り慌てたりということのないよう、測定実施日の前日などに設定をしておくといよいでしょう。

設定項目は機種により異なりますが、以下に代表的な設定項目を列挙します。

- 撮影動画モード
- 動画記録サイズ
- フレームレート
- AFモード
- ピクチャスタイル
- 露出モード
- ホワイトバランス
- 露出補正
- 記録画質
- モニタ輝度
- 時刻



EOS Kiss X4 の設定後のモニタ表示例

適切な設定をし終わったら、設定したカメラの状態を写真に撮って現場測定用のチェック表に印刷しておく、現場において簡単に設定状態の確認をすることができるので便利です。

設定の際に忘れがちなのが時刻合わせです。カメラの時計は放っておくと狂う事があるので、こまめに合わせるようにしましょう。撮影時刻は撮影データに記録され専用ソフトからも参照されるので重要です。パソコンと USB ケーブルなどで接続し、付属ソフトを用いてパソコンの時刻と同期するように時刻合わせを行うことが可能な機種もあります。

撮影対象の明るさや撮影状況、撮影距離によって、動画モードは適切なものに変更します。

ここで、EOS Kiss X4 を例に、動画モードの使い分け例を示します。

カメラ設定／動画記録サイズ	状況
動画クロップ／640×480	撮影距離が 20m 以上離れている時 撮影距離が 50m 以上で対象が十分 <u>明るい時</u> 新幹線で桁長が 12.5m 以内、列車速度 150 km/h 以上の時 (鉄道橋測定時)
FHD /1920×1080	対象物の色が濃くコントラストが弱い時 日陰などで <u>暗い時</u> 日の出前や日の入り後などの夜間

※「明るい時」とは、ISO 値が 800 以下の時のこと、「暗い時」はその逆で ISO 値が 800 より大きい時のことを指します。

【5】 測定方法

5-1. 測定方法の選定

本測定方法は完全非接触方式であるため他の手法と比べて適用範囲は広いですが、測定箇所を視通できない場合や、見えていても網が被せてあるような場合には利用できません。また、環境条件によっても利用できないか、利用できても目標精度に達しないことがあります。これらの適用条件については第5章で詳しく説明します。

本測定方法を採用する場合、動画撮影をするのか、連写撮影をするのか、という選択肢があります。また、動画撮影をする場合でも、どのモードで撮影するのか選ぶことになります。ここでは動画撮影と連写撮影、両者の特徴について述べてどちらを選択すべきかを示します。

5-1-1. 動画像と連写画像の違い

動画像と連写画像の違いを下表で示します。

動画像と連写画像の違い

特徴	動画像	連写画像
解像度	○ 実用上十分 連写画像と同等な解像度を実現する機種もある	◎ 高い
画像品質	○ やや低い実用十分	◎ 高い
フレームレート	○ 実用上十分高い	△ 測定対象が限定される
連続撮影時間	◎ 長時間の測定が可能	△ 記録メディアがすぐいっぱいになる
震動	◎ ほとんどない	△ 静音モードでも僅かな震動が発生
撮影の簡単さ	◎ 自動設定可能	○ 設定項目が比較的多い
後処理の簡単さ	○ ファイル単位で管理でき簡単	△ ファイル数が多く扱いにくい
撮影情報の記録	△ 自動設定にすると、絞り値や感度などの詳細な情報が記録されない	◎ EXIF 情報に詳細な情報が記録される

◎：優れている ○：実用上問題無し △：一部制限有り

5-1-2. 動画撮影が適しているケース

ほとんどのケースにおいて動画撮影で対応可能ですし、扱いやすさを考えれば実務上は動画撮影するのが望ましいと言えます。特に短い桁を測る場合には、フレームレートの高い動画撮影を行うのが必須です。

5-1-3. 連写撮影が適しているケース

長い桁を撮影する場合など高いフレームレートが必要でない場合で、なおかつ高い精度で撮影したい場合に適します。ただし、低振動で撮影可能な機種に限ります。高い解像度で一度に広い範囲を撮影したい場合にも適していますが、たわみ測定を目的としてそのような撮影が必要となることは稀でしょう。

5-2. 測定計画の立案方法

測定計画を立てる場合、おおまかには以下の手順で行うとよいでしょう。

- 1) 測定対象の情報収集
- 2) 測定対象周辺の現地調査（必要な場合）
- 3) 目標精度の設定
- 4) 測定方法の詳細決定
- 5) 測定に必要な機材、人員、スケジュールの立案

5-2-1. 測定対象周辺の現地調査

現地調査においてチェックすべき事項を挙げます。

① 測定箇所

- 測定箇所が網で覆われるなど測定困難な状態ではないか
- 測定箇所の明るさ
- 測定箇所までの高さ

② 撮影場所

- 測定箇所まで障害物がなく見通しがよいか
- 地盤が軟弱でなく、震動しないか
- 測定箇所までの距離の範囲(最も近付ける場所はどこか)
- 測定箇所までの傾斜角の範囲（45° を越えないこと）
- 到来する車両を早いうちに確認できるか
- 車両が橋梁のどちら側を通過するか事前に判断できるか
- 車道を跨ぐ桁の場合、車によって測定箇所が隠れることがないか、車の通過によって揺れないか
- 一般利用者の邪魔にならないか
- 安全を十分確保できるか
- 必要な場合、利用許可

③ 橋梁までのアクセス

- 橋梁までの移動手段、移動時間
- 車で移動する場合、駐車場と駐車場からのアプローチ

5-2-2. 目標精度の設定

鉄道橋の場合下記表に従って、支間長を与えて主桁たわみの限度値を計算します。さらに安全率を設定して、安全率で割ることで目標精度を決めます。これらの一連の作業は OpticG 1D の「たわみ測定サポート機能」を利用することで簡単に実施できます。

主桁たわみの限度値

在来線	スパン L(m)	0 < L 50		50 < L	
	プレートガーダー	L/800		L/700	
	トラス	L/1000			
新幹線	スパン L(m)	0 < L < 40	40 < L < 50	50 < L < 100	100 < L
	2 連以上連続する場合	L/1800	L/2000	L/2500	L/200
	単連の場合	L/1600			

たわみ測定サポート

たわみ許容値・目標精度算出

桁長L: 20 (m)

橋りょう種類: 在来線(プレートガーダー)

安全率R: 5.0

たわみ許容値T: $L/800 = 25.0$ (mm)

最大たわみ概算予想値Y: $T/R = 5.0$ (mm)

目標精度(目安): $Y/10 = 0.50$ (mm)

概算予測精度

カメラ選択: 1.EOS Kiss X4 クロップ動画(s: 4.3 μm)

焦点距離 f: 300 (mm) カメラ情報からfとPを取得

撮影距離 D: 20 (m)

サブピクセル係数 P: 0.1 安定係数 K: 1

空間分解能 $r = s \times D / f = 0.29$ (mm/画素) 画像変位量 $= Y/r = 17.4$ (画素)

概算予測精度(1σ) $= 0.006 \times K \times D + P \times s \times D / f = 0.15$ (mm)

(3σ) $= 0.45$ (mm)

※) 風や大気揺らぎ、震動が大きい場合はこの式が成り立たないことがあります。

たわみ周期予測

桁構造: 単純ばり

列車種類: 1.在来線321系

列車速度: 180 (km/h)

たわみ周期: 2.50 (回/s) 望ましい撮影フレームレート 25.0 (fps)以上

OpticG 1D のたわみ測定サポート機能

5-2-3. 測定方法の詳細

現地調査で候補に挙げた撮影位置からの撮影距離を与え、利用予定のカメラを選択して OpticG 1D のたわみ測定サポート機能により概算予測精度を求めます。この値が目標精度よりも小さな値となっているか確認します（目標精度より大きな値となっていると警告メッセージが出ます）。

目標精度に達しない場合の対処方法としては以下の方法が考えられます。

- 撮影距離を小さくする
- 動画モードをより解像度の高いものに変更する
- 夜間撮影を行う

また、推定される最大たわみ量が大きく撮影距離が小さい場合には、画像における変動量が自動マッチング可能な範囲を越えてしまうことがあります。そのような場合には、解像度を落とすか撮影距離を大きくする必要があります。

また、OpticG 1D に車両速度などの情報を記入して望ましいフレームレートを求めます。設定した動画モードのフレームレートの値が望ましいフレームレートの値を下回る場合には、動画モードを変えてフレームレートを上げる必要があります。

5-2-4. 測定に必要な機材

必要な機材の例として本システムで規定するハイグレード機を用いる場合のリストを以下に示します。実際の撮影機材の組み合わせは、予告なく変更される可能性があります。最新情報は弊社 Web にてご確認ください。

撮影用機材

- ☐ カメラ・・・キャノン EOS Kiss X5
- ☐ レンズ・・・タムロン AF75mm-300mm F/4-5.6
- ☐ 記録用メモリ・・・16GB SD カード
- ☐ カメラ用リモコン・・・キャノン リモートコントローラ RC-6
- ☐ カメラ用三脚・・・ベルボン Mark-7B Set
- ☐ テレホルダー・・・エツミ テレホルダープロ E-6021
- ☐ レーザー距離計・・・ライカ DISTO D5
- ☐ レーザー距離計取付用アダプター
- ☐ ノートパソコン（ソフトウェア搭載済み）

その他、状況に合わせて必要なもの

- ☐ 巻尺
- ☐ ストーンバッグ
- ☐ 予備のバッテリー、電池、メモリーカード、電源
- ☐ 充電器
- ☐ 収納ケース
- ☐ 照明器具

なお、バッテリーや記録メディアは予備も用意して下さい。特に寒い時期や酷暑の中ではバッテリーの消費が激しくなり持続時間が半分以上に低下することもあります。そのような環境下では、バッテリーの予備をたくさん用意するか、発電機などを利用して充電可能とするか、カメラなどの温度が極端に低下しないよう使い捨てカイロなどで温めるといった工夫が必要です。もちろん作業者の暑さ寒さ対策や安全対策も必要です。

5-2-5. 必要な人員

測定そのものは1名でも可能です。ただし、撮影機材の設置位置から車両の到来が確認できない場合には、車両を確認するための人員が1名必要となります。また2名いれば機材の運搬や設置も楽になります。

5-2-6. スケジュール

鉄道橋の測定を例に、スケジュールの組み方を説明します。

測定対象となる橋梁までのアクセスや列車の通過時刻、作業時間をもとにスケジュールを組みます。まずは列車の通過時刻をまとめます。

列車通過予測時刻表の例

通過時刻	列車名	駅発着時刻
5:36	〇〇〇 単(下り)	A駅 5:35 発、B駅 5:37 着
6:28	〇〇〇 単(上り)	B駅 6:28 発、A駅 6:30 着
6:59	△△△ 単(下り)	A駅 6:58 発、B駅 6:59 着
8:02	△△△ 単(上り)	B駅 8:01 発、A駅 8:03 着

次にタイムスケジュールの例を示します。

タイムスケジュールの例

集合	8:00(〇〇駅)
作業内容、および 作業分担の説明	8:05－8:30
作業班毎に現地移動	8:30
現地到着	8:40
現地状況確認	8:50
撮影位置選定	9:00
機材設置開始	9:10
動作確認終了	9:50
たわみ測定試験開始	10:00
試験終了	12:00
機材片付け開始	12:10
終了	12:30
解散	12:40

作業時間としては、撮影機材の設置などの前準備に少なくとも 30 分、測定用の撮影と現場での結果確認にも 1 測定あたり 30 分程度とると良いでしょう。

実際には機材の設置には 10 分もかかりませんが、機材の設置状態の確認やカメラ設定の確認、静止物の撮影による適用性の確認を含めれば 20 分くらいは必要です。また、適用性に問題があった場合などに撮影位置を変更する必要がありますから、余裕を持ったスケジュールにしておいた方がよいのです。

また、測定とその確認も実際には 10 分もかからないのですが、撮影のタイミングがずれてしまったり、撮影中に誤って機材を動かしてしまったり、あるいは何かによって撮影が遮られたりという失敗やハプニングもあり得ますし、ダイヤが乱れることもあります。そのため、測定時間も余裕をもって設定すると良いでしょう。安全のため、1 回だけでなく 2 回以上測定することをお勧めします。

測定回数が増える場合、特に夏場や冬場は休憩時間もしっかりとるようにしましょう。

5-2-7. 計画書と作業マニュアル

作業計画の立案が済んだら計画書を作成します。計画書に以下のような情報を記載して下さい。

- 橋梁に関する緒元：橋梁名、キロ程、構造、素材、支間長
- 橋梁の写真（測定箇所を示すこと）
- 測定位置図
- タイムスケジュール
- 車両通過時刻
- 測定方法・手順
- 作業人員

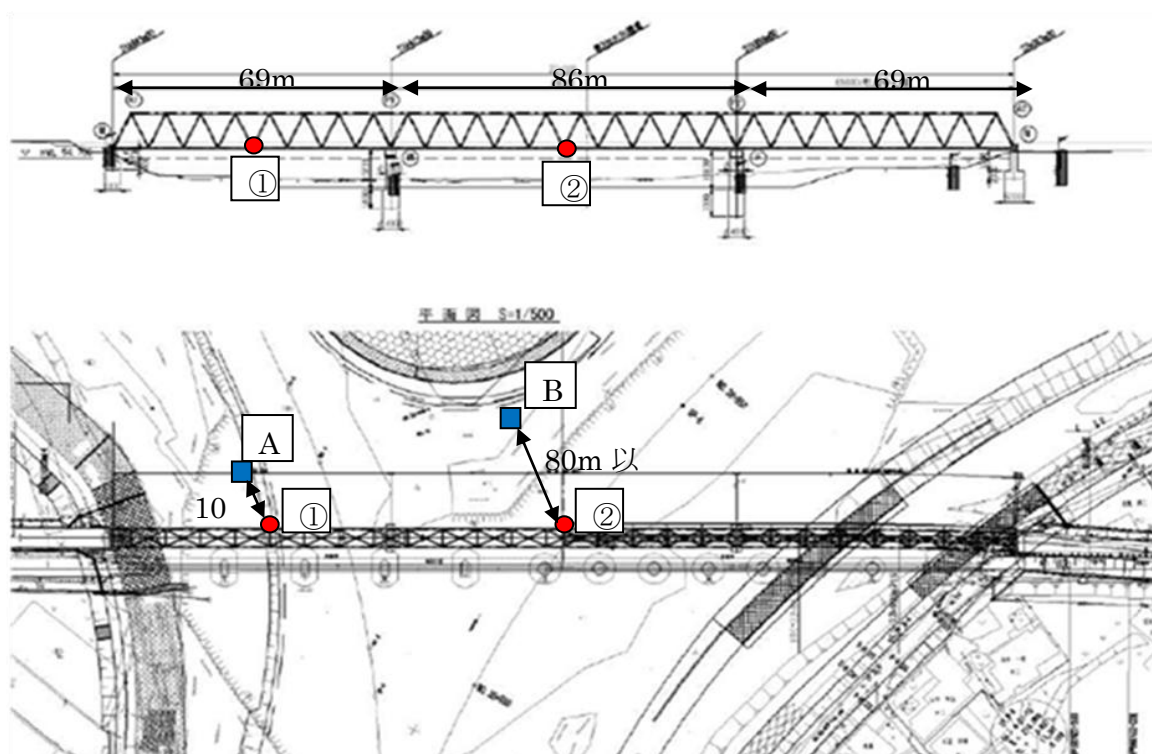


図 5-1 測定位置図の例

また、現場における撮影機材の設定方法を記載した使用マニュアルも用意します。本システムで規定したハイグレード機を使用する場合には、「たわみ測定撮影装置取扱説明書」をお使い下さい。それ以外の機種を用いる場合には、機種に合わせた設定に書き換えて下さい。

また、撮影時のチェックリストを用意し、測定時に測った撮影距離や傾斜角もそこに記入できるようにします。チェックリストの例を以下に示します。

チェックリストの例

橋梁名				測定日		
機器に関する項目				事前測定項目		
	測定コード	A-1	B-2	測定コード	A-1	B-2
	機器ガタつき			大気揺らぎ		
	カメラ電池容量			風速		
	距離計電池容量			気温		
	カメラメモリ容量			湿度		
	動画モード			明るさ		
	撮影設定			傾斜角		
	レンズ焦点距離			撮影距離		
	レンズピント			測定位置(1/2 など)		
				通過時刻(1)		
				通過時刻(2)		
				通過時刻(3)		

なお、ここにある「測定コード」とは、複数の測定対象を測る場合につける測定番号のことです。
測定位置図と対応できるようにコードを決めて下さい。

5-3. 現地測定方法

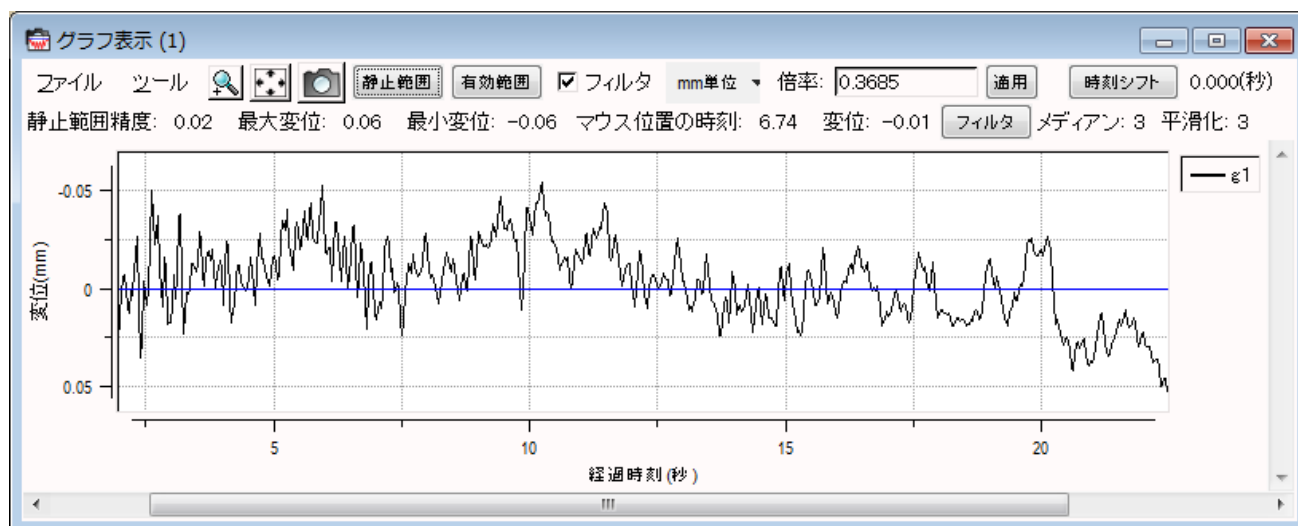
5-3-1. 測定機材の設置や設定などの準備

現地で測定する場合、まず機材運搬、設置、設定などの準備が必要です。機材の設置や設定方法についての詳細は「たわみ測定撮影装置取扱説明書」をご覧ください。ここではたわみ測定までに行うべき事項を簡単にまとめます。

- 1) 撮影機材などの運搬（巻尺を伸ばしておき、測定桁からの距離を把握できるようにすると便利です）
- 2) 撮影機材の組み立て
- 3) 撮影位置が測定に適しているか確認（見通しや地盤の強さなど）
- 4) 撮影機材の設定
- 5) 測定対象にカメラを向けて固定
- 6) ピント合わせ
- 7) 設置状態や設定のチェック
- 8) 撮影距離、傾斜角の測定
- 9) 静止状態でのテスト撮影（適用性の判断）
- 10) 車両通過を事前に把握できるか確認、またどのタイミングで撮影開始すべきか把握する

5-3-2. 適用性の判断

準備の際に、気象条件や周辺環境をもとに適用性を判断します。適用性の判断方法についての詳細は後述しますが、本システムでは静止物を測定することで測定精度を推定することができますので、車両が通過していない状態の測定対象を 30 秒程度撮影してみて、測定精度を推定し目標精度に達しているかどうかで適用性を判断するのが間違いのない方法です。具体的な方法は車両通過時の測定方法と同じですので、次節を参照してください。静止状態の橋梁桁を測定したときのグラフの例を以下に示します。



静止状態の橋梁桁を撮影したときのグラフ

この例では静止範囲精度が 0.02mm となっていますので、十分高い精度だと言えます。

5-3-3. 車両通過時の測定方法

車両通過時には、通過する 10 秒以上前には撮影を開始し、通過後 10 秒以上撮影を持続し、合計 30 秒程度撮影するようにします。通過の 10 秒前に車両の到来を確認して撮影準備する必要がありますから、車両確認の作業員と撮影作業員との連携はかなり重要となります。以下に測定方法の手順を述べます。

- 1) 車両通過予定時刻の数分前にはカメラの電源を入れていつでも撮影できるよう準備する。
- 2) 車両の到来が確認されたら車両確認作業員は、撮影作業員に車両が来た旨連絡する。
到来した車両が橋梁のどちら側を通るのが判断可能ならそれも伝える。
- 3) 車両通過 10 秒前程度のタイミングで車両確認作業員が撮影開始をするよう伝える。
同時に撮影作業員は撮影を開始する。
- 4) 撮影作業員は通過後 10 秒以上撮影を続けた後、撮影を終了する。
- 5) 撮影できたかどうか車両確認作業員に伝える。
- 6) 撮影後、記録メディアを確認用の PC に接続して動画像または連写画像をコピーする。
- 7) OpticG 1D を起動して、たわみ測定用の処理を行い、精度などの確認をする。

【6】 適用条件

6-1. 撮影機材に関する条件

- 3章に挙げた撮影機材の選定条件に合った機種を利用すること
- 較正を受けた撮影機材を利用すること
- 正しく設置され正しく設定された故障のない撮影機材を利用すること
- 撮影時に機材に触れないこと
- 撮影時に機材の前を横切らないこと

6-2. 測定箇所に関する条件

- 撮影位置から測定箇所が見通せること
- 十分明るいこと
- 網など測定の邪魔になるものが写っていないこと
- 測定箇所の周辺に目立ったもの（ボルトや溶接跡、汚れ、気泡跡）があること
- 主桁たわみと異なる動きをしないこと（固定されていない部材など）
- 直射日光が当たっていないこと（表面温度が上がり大気揺らぎが大きくなる）
- 測定時間内に明るさの変化がないこと（車両の影も含む）
- 背景に雲や車や風で揺らぐ樹木など動くものが入らないこと

6-3. 撮影位置に関する条件

- 測定箇所までの間に遮るものがないこと
- 撮影機材が震動しないこと
- 撮影機材が沈み込むような軟弱な地盤ではないこと
- 100mを越えないこと、レーザー距離計で距離計測できる範囲であること

6-4. 天候・周辺環境に関する条件

- 雨や雪、霧などにより視界が遮られないこと
- 極端な寒さや暑さなど機材が誤動作する環境では使用しないこと
- 大きな大気揺らぎが発生しないこと
- 強い風が吹かないこと（10m/s 以下）
- 夜間など暗い場合は照明装置を利用して明るく照らしてから測定すること

6-5. 安全上の条件

- レーザー距離計から発せられるレーザーを直接見ないこと、一般利用者(通行者など)の視界に入ってしまうような状態では絶対に使用しないこと
- 作業中、一般利用者ともに安全な状態を保つこと

●商標について

本書記載の「Windows」は、Microsoft Corporation の登録商標です。その他の会社名および製品名はそれぞれ各社の商標または登録商標です。

●連絡先

本製品に関するお問い合わせは下記までお願いします。

販売・開発

株式会社ズームスケープ

滋賀県大津市今堅田 2 丁目 36-2 2F

TEL : 077-514-8191 FAX : 077-514-8192

URL <http://www.zoomscape.net/>